第44講

2　電池

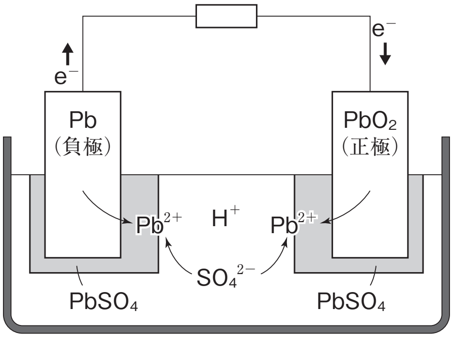
(2)　代表的な電池

③鉛蓄電池　(－)Pb | H_2SO_4aq | PbO_2(＋)

(－)　$Pb + SO_4^{2-} \longrightarrow PbSO_4 + 2e^-$

(＋)　$PbO_2 + SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \longrightarrow PbSO_4 + 2H_2O$

全体　$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightleftarrows 2PbSO_4 + 2H_2O$



放電するとH_2SO_4が減少し，H_2Oが増加するため，H_2SO_4aqの濃度は減少していき，密度が小さくなる。
また，外部電源に接続すると，充電できる。
このように充電できる電池を二次電池とよぶ。

④燃料電池

リン酸型　(－)H_2 | H_3PO_4aq | O_2(＋)

(－)　$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$

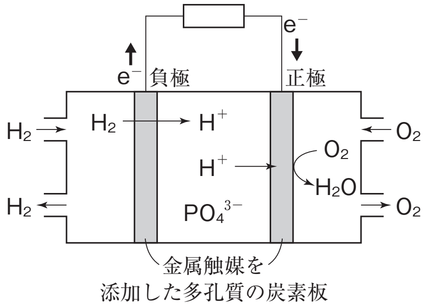
(＋)　$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$

水酸化カリウム型　(－)H_2 | KOHaq | O_2(＋)

(－)　$H_2 + 2OH^- \longrightarrow 2H_2O + 2e^-$

(＋)　$O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$

水素の燃焼により放出されるエネルギーを電気エネルギーにして取り出す電池である。



リン酸型

(3)　電気化学の計算

流れた電気量は次のように表す。

$$\text{電気量(C)} = \text{電流(A)} \times \text{時間(秒)}$$

(C：クーロン)

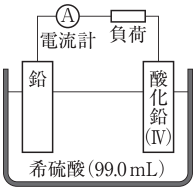
また，電子 1molの電気量が9.65×10^4C/mol(ファラデー定数)であるため，

$$\frac{\text{電気量(C)}}{9.65 \times 10^4\text{(C/mol)}} = \text{流れた電子の物質量(mol)}$$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第44講　演習問題

4　次の文章を読み，各問いに答えよ。計算問題では有効数字3桁まで求めよ。ただし，水の蒸発や硫酸鉛の溶解度は無視できるものとし，電極の脱落はないものとする。また，ファラデー定数は9.65×10^4 C/molとする。



鉛蓄電池は，自動車のバッテリーとして用いられる代表的な二次電池である。電解液として適当な濃度の希硫酸100 mL（密度1.26 g/mL）を用意し，そのうちの1.00 mLを濃度測定用に別のビーカーに移した。残りの電解液99.0 mLに鉛電極と酸化鉛(Ⅳ)電極を入れ，右図のような試験用鉛蓄電池を作製した。この電池を23分20秒間放電したところ，平均1.93 Aの電流が流れた。

問1　別のビーカーに移した1.00 mLの電解液を，1.00 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定を行ったところ9.00 mLを要した。電解液の硫酸の質量パーセント濃度(%)を求めよ。

問2　この電池を放置させたとき，各電極で起こる反応をそれぞれ電子e^-を含むイオン反応式で示せ。

問3　(1)放電前と比べて，放電後の酸化鉛(Ⅳ)電極の質量は何グラム増減したか，求めよ。

(2)放電後の電解液の硫酸濃度を質量パーセント濃度(%)で示せ。

問4　この電池を充電する場合，外部電源の正極は鉛電極と酸化鉛(Ⅳ)電極のどちらに接続すればよいか，答えよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

5

〔Ⅰ〕　水素・酸素燃料電池の模式図を図１に示す。この燃料電池では，触媒を含有する２枚の多孔質の電極に仕切られた容器に，電解液として水酸化カリウム水溶液が入れられている。負極側には水素が，正極側には酸素がそれぞれ一定の割合で供給され，それらの気体は多孔質の電極を通して水酸化カリウム水溶液と接触できる仕組みになっている。

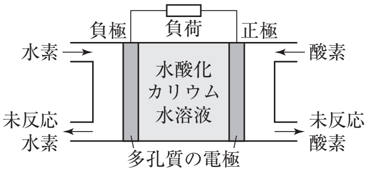


図１　水素・酸素燃料電池の模式図

2つの電極を導線でつないだ場合，水の電気分解と逆の反応が進行する。すなわち，電解液中の水酸化物イオンの移動により，負極では水素の酸化反応により水が生成し，正極では酸素の還元反応がおこる。

これら一連の化学反応をまとめると，燃料電池は，水素の燃焼により放出される化学エネルギーを電気エネルギーとして取り出すことのできる装置であることがわかる。

問　水素･酸素燃料電池を実際に稼動させたところ，出力（単位時間当たりの電気エネルギー）が193W（ワット）で，電圧が1.00Vであった。次の⑴～⑶に有効数字２桁で答えよ。ただし，1W＝1V･A＝1J/sである。また，ファラデー定数は96500C/molとする。

⑴　燃料電池を3.00×10^3秒稼動させたときに反応した水素の物質量は何molか。

⑵　水素の燃焼反応を熱化学方程式で表すと次のようになる。

$$H_2(\text{気体}) + \frac{1}{2}O_2(\text{気体}) = H_2O(\text{液体}) + 286\,\text{kJ}$$

⑴の稼動により反応した水素と同じ物質量の水素を燃焼させたときの発熱量は何kJか。

⑶　⑴の稼動により燃料電池から供給された電気エネルギーは，⑵における水素の燃焼反応による発熱量の何％か。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第44講　確認テスト

1　ある鉛蓄電池の両電極を外して乾燥し，両電極の総質量を測ったところM_1gであった。この電極を硫酸電解液中に戻し，5.00Aで20.0時間充電を行った後に1.67×10^5Cの放電を行った。その後，再び両電極を外して総質量を測ったところM_2gであった。操作の前後における両電極の総質量の変化(M_2-M_1)は何gか。次の㋐～㋓のうちから一つ選べ。

㋐　－320　　㋑　－160　　㋒　160　　㋓　320

2　質量パーセント濃度が30パーセントの硫酸1160gを電解質として鉛蓄電池をつくり，2Fの電気量を放電させた。次の文章㋐～㋓のうち正しいものを一つ選べ。

㋐　硫酸1molが消費されて水1molが生成した結果，硫酸の濃度は約19%となった。
㋑　硫酸1molが消費されて水2molが生成した結果，硫酸の濃度は約19%となった。
㋒　硫酸2molが消費されて水2molが生成した結果，硫酸の濃度は約15%となった。
㋓　硫酸2molが消費されて水1molが生成した結果，硫酸の濃度は約15%となった。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第44講　演習問題

4

問１　35.0％

問２　正極：$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \longrightarrow PbSO_4 + 2H_2O$

負極：$Pb + SO_4^{2-} \longrightarrow PbSO_4 + 2e^-$

問３　⑴　0.896 g増加

⑵　33.4％

問４　酸化鉛(Ⅳ)電極

5

〔Ⅰ〕⑴　3.0 mol　⑵　8.6×10^2 kJ　⑶　67％

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第44講　確認テスト

1　㋑　　2　㋒

【解説】

1　流れた電子の物質量は

充電　$\dfrac{5.00\times20.0\times3600}{96500}=\dfrac{3.6\times10^5}{96500}\,\mathrm{mol}$

放電　$\dfrac{1.67\times10^5}{96500}\,\mathrm{mol}$

以上より，$\dfrac{1.93\times10^5}{96500}=2\,\mathrm{mol}$の電子が充電されたことになる。

充電により電子2molが流れると，負極は96g減少，正極は64g減少するため，合計で160gが減少する。

よって，$M_2-M_1=\boxed{-160}\,\mathrm{g}$

2　2molの硫酸が消費され，2molの水が生成する。

よって放電後の硫酸の質量は

$1160\times\dfrac{30}{100}-2\times98=152\,\mathrm{g}$

また，放電後の希硫酸の質量は

$1160-2\times98+2\times18=1000\,\mathrm{g}$

以上より，$\dfrac{152}{1000}\times100=\boxed{15.2}\,\%$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。